

某医院近10年大肠埃希菌分离率和耐药率的变迁情况

郭丽洁, 李富顺, 陈静静, 王齐晖, 褚云卓
(中国医科大学附属第一医院检验科, 沈阳 110001)

摘要 目的 总结近10年中国医科大学附属第一医院大肠埃希菌的分离率和耐药率,为临床抗感染经验治疗提供依据。方法 数据来自2013年至2022年间从中国医科大学附属第一医院就诊患者中分离的大肠埃希菌,使用VITEK 2和VITEK MS进行菌种鉴定,使用VITEK2和KB法进行药物敏感性试验,采用WHONET 5.6软件进行分析。结果 2013年至2022年共分离6 845株菌株,其中80.5%来自住院患者,19.5%来自门诊和急诊患者。常见标本类型为尿液(57.8%)、血液(15.0%)、分泌物(9.2%)、引流液(8.1%)。大肠埃希菌超广谱 β -内酰胺酶(ESBL)分离率为57.2%(54.3%~61.5%)。大肠埃希菌对碳青霉烯类抗菌药物的耐药率较低,仅为1.2%(0.2%~2.6%)。结论 大肠埃希菌仍是临床感染的重要病原菌,对多种抗菌药物存在不同程度的耐药,且耐药率有上升趋势,临床医师应给予足够的关注。

关键词 细菌耐药监测; 药物敏感性; 大肠埃希菌

中图分类号 R378 文献标志码 A 文章编号 0258-4646(2024)03-0266-05

网络出版地址 <https://link.cnki.net/urlid/21.1227.R.20240229.1655.024>

DOI:10.12007/j.issn.0258-4646.2024.03.014

Changes in the isolation and drug resistance rate of *Escherichia coli* in a hospital over the past 10 years

GUO Lijie, LI Fushun, CHEN Jingjing, WANG Qihui, CHU Yunzhuo

(Department of Laboratory Medicine, The First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China)

Abstract **Objective** To summarize the isolation and drug resistance rate of *Escherichia coli* in The First Hospital of China Medical University over the past 10 years, in order to provide evidence for the efficacies of clinical anti-infection treatments. **Methods** The data was collected from *Escherichia coli* isolated from patients treated at The First Hospital of China Medical University between 2013 and 2022. VITEK 2 and VITEK MS were used for bacterial identification, VITEK2 and KB method were used for drug sensitivity testing, and WHONET 5.6 software was used for analysis. **Results** From 2013 to 2022, 6 845 strains were isolated, including 80.5% from inpatients and 19.5% from emergency and outpatients. The specimens were most commonly found in the urine (57.8%), blood (15.0%), secretions (9.2%), and drainage fluid (8.1%). The isolation rate of extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing *Escherichia coli* was 57.2% (54.3% to 61.5%). The drug resistance rate of *Escherichia coli* to carbapenems was low, at only 1.2% (0.2% to 2.6%). **Conclusion** *Escherichia coli* remains an important pathogen in clinical infections, with varying degrees of resistance to multiple antibiotics, and the resistance rate is increasing. Clinical physicians should pay sufficient attention to this issue.

Keywords bacterial drug resistance monitoring; drug sensitivity test; *Escherichia coli*

大肠埃希菌是引起人类感染的重要革兰氏阴性菌,通常能引起泌尿系统、血液、腹腔等部位感染。国内监测数据显示,大肠埃希菌是革兰氏阴性菌的最主要病原菌^[1-3]。近年来,多重耐药、泛耐药的大肠埃希菌不断出现,给临床治疗带来严峻挑战。本研究通过总结我院近10年大肠埃希菌分离率和耐药率的变迁情况,为临床抗感染经验治疗提供

依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象

从2013年至2022年间中国医科大学附属第一医院就诊患者中分离大肠埃希菌,剔除同一患者相同部位的重复菌株,只保留第1株。

1.2 细菌鉴定和药物敏感性试验

细菌鉴定采用法国梅里埃公司VITEK 2和VITEK MS细菌鉴定系统。药物敏感性试验采用法国梅里埃公司GN09、GN16和GN335共3种药敏卡,按

作者简介:郭丽洁(1972-),女,主管技师,本科。

通信作者:褚云卓, E-mail: cyz6630@163.com

收稿日期:2023-04-21

网络出版时间:2024-03-04 21:27:15

照仪器制造商建议,使用KB法补充或确认药物敏感性结果。每周以ATCC 25922、ATCC 27853进行质量控制。

1.3 耐药菌

超广谱 β 内酰胺酶(extended-spectrum β -lactamase, ESBL)是由质粒介导的能水解青霉素类、头孢菌素和单环酰胺类等 β 内酰胺类抗菌药物的 β 内酰胺酶。耐碳青霉烯大肠埃希菌指对亚胺培南、美罗培南或厄他培南中任一种药物耐药的大肠埃希菌。

1.4 数据分析

使用WHONET 5.6软件进行统计分析。使用美国临床和实验室标准协会2022年药敏折点对结果进行解释;替加环素采用美国食品药品监督管理局折点^[4];头孢哌酮/舒巴坦采用头孢哌酮折点;黏菌素采用专家共识推荐折点^[5]。

2 结果

2.1 10年间分离的大肠埃希菌在医院的分布情况

共分离6 845株大肠埃希菌,其中4 446株(65.0%)来自女性患者,2 399株(35.0%)来自男性患者;患者年龄最大100岁,最小1 d,平均60岁。

2.1.1 大肠埃希菌在不同科室的分布:80.5%的大肠埃希菌分离自住院患者,主要有内科(33.6%)、外科(30.8%)和重症医学科(6.0%)。19.5%的大肠埃希菌分离自门诊和急诊患者。见表1。

2.1.2 大肠埃希菌在不同标本中的分布:大肠埃希菌主要分离自尿液(57.8%)、血液(15.0%)、分泌物(9.2%)、引流液(8.1%)等标本,其中一半以上来自尿液。在尿培养中,大肠埃希菌分离率最高,是泌尿系统感染的重要病原菌。见表2。

表1 大肠埃希菌在不同科室的分布和历年变化

Tab.1 Distribution and historical changes of *Escherichia coli* in different departments

Year	n	Inpatient							Out	Eme
		Med	Sur	ICU	Obg	Ped	Inf	Other		
2013	610	218	219	25	31	5	8	24	47	33
2014	707	255	239	35	36	4	8	33	67	30
2015	683	253	257	45	16	10	3	23	49	27
2016	713	222	259	40	16	17	9	25	82	43
2017	610	209	204	44	12	8	5	24	59	45
2018	658	225	219	32	12	17	8	27	77	41
2019	728	240	200	46	40	9	10	28	91	64
2020	584	191	135	39	39	6	2	14	88	70
2021	876	289	196	58	42	10	14	22	142	103
2022	676	199	181	48	33	1	11	25	99	79
Total	6 845	2 301	2 109	412	277	87	78	245	801	535

Med, internal medicine; Sur, surgery; Out, outpatient; Eme, emergency; ICU, intensive care unit; Obs, obstetrics and gynecology; Ped, pediatrics; Inf, infectious diseases.

2.2 10年间分离的大肠埃希菌耐药率的变迁情况

10年间大肠埃希菌的头孢唑啉平均耐药率为78.0%(58.4%~99.5%),且呈逐年下降趋势。虽然庆大霉素平均耐药率[44.8%(38.7%~53.8%)]高于阿米卡星[4.4%(2.2%~6.9%)]和妥布霉素[16.6%(14.8%~19.3%)],但呈逐年下降趋势。产ESBL大肠埃希菌平均分离率为57.2%(54.3%~61.5%),且10年间无明显差异。大肠埃希菌对替加环素、黏菌素和头孢他啶阿维巴坦有良好活性。见表3。

2.3 不同标本来源的大肠埃希菌耐药率

不同标本来源的大肠埃希菌耐药率有明显差异,对不同抗菌药物的耐药率往往痰液来源的大肠埃希菌最高,分泌物来源的大肠埃希菌最低,尿液和血液来源的大肠埃希菌居中。见表4。

2.4 不同科室来源的大肠埃希菌耐药率

不同科室来源的大肠埃希菌耐药率不同,重症医学科来源的大肠埃希菌耐药率最高。大肠埃希菌对碳青霉烯类抗菌药物的耐药率较低,仅为1.2%

表2 大肠埃希菌在不同标本中的分布和历年变化
Tab.2 Distribution and historical changes of *Escherichia coli* in different specimens

Year	Urine	Blood	Secretion	Fluid	Bile	Sputum	Hydrothorax and ascites	Tissue	Catheter	Cerebrospinal fluid	Other
2013	355	100	52	23	38	28	9	1	1	2	1
2014	427	106	68	38	25	29	8	1	0	1	4
2015	416	116	56	41	20	20	4	3	2	2	3
2016	430	102	52	65	31	24	6	1	1	0	1
2017	341	108	33	60	33	22	5	3	2	1	2
2018	403	102	51	42	26	23	3	4	1	2	1
2019	424	100	82	60	28	16	7	2	1	1	7
2020	332	79	59	61	16	19	5	3	1	0	9
2021	470	137	95	89	33	27	11	4	3	1	6
2022	360	80	83	76	30	30	8	0	1	1	7
Total	3 958	1 030	631	555	280	238	66	22	13	11	41

表3 大肠埃希菌对抗菌药物的耐药率和历年变化 (%)
Tab.3 Resistance rate and historical changes of *Escherichia coli* against antibacterial drugs (%)

Antibacterial drug	2013 (n = 610)		2014 (n = 707)		2015 (n = 683)		2016 (n = 713)		2017 (n = 610)		2018 (n = 658)		2019 (n = 728)		2020 (n = 584)		2021 (n = 876)		2022 (n = 676)	
	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
	Ampicillin	88.3	10.6	84.3	14.6	82.1	15.6	83.5	15.1	84.4	14.0	84.3	13.9	82.0	16.6	82.0	16.3	80.6	17.5	80.2
Piperacillin	66.8	23.1	59.4	29.3	53.3	34.4	59.6	29.3	60.5	27.8	58.9	26.6	57.9	30.5	55.8	32.5	54.2	35.6	55.3	33.2
Cefoperazone-sulbactam	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.8	87.6	6.8	85.6	4.4	83.0	NA	NA	NA	NA	7.8	86.5	4.3	88.1
Piperacillin-tazobactam	3.3	93.4	3.0	95.1	2.1	94.7	1.7	96.3	4.8	91.3	2.4	93.6	2.4	94.3	1.7	94.9	2.1	94.8	2.2	94.1
Cefazolin	91.2	8.8	99.1	0.7	99.2	0.8	99.3	0.7	99.5	0.5	99.5	0.5	61.6	37.9	58.4	41.6	58.8	41.1	60.2	39.3
Cefotaxime	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	57.9	35.0	54.9	39.4	56.8	39.0	56.8	38.0	56.5	39.9
Ceftazidime	26.7	71.3	23.8	74.6	25.8	73.6	26.4	72.0	27.6	70.6	24.6	74.5	23.8	74.2	23.1	75.3	26.0	72.1	25.3	73.5
Ceftriaxone	59.7	40.3	54.2	45.7	53.7	46.2	56.9	43.0	56.2	42.8	57.3	42.7	53.8	45.7	56.2	43.6	55.5	44.4	54.6	45.4
Cefepime	30.8	60.1	22.0	67.2	19.2	71.0	19.4	72.0	22.3	65.6	17.5	73.2	20.5	69.5	17.9	74.3	19.9	72.3	19.2	73.4
Cefotetan	1.9	97.9	2.4	97.0	3.0	96.0	1.5	97.8	3.5	96.0	2.6	96.2	2.2	96.9	1.4	97.7	3.2	95.9	2.7	97.1
Aztreonam	41.8	56.1	38.7	60.2	35.6	64.3	39.4	60.0	40.1	58.9	38.8	61.0	37.4	62.1	34.1	65.2	35.4	63.9	36.6	63.0
Imipenem	0.2	99.6	0.1	99.6	0.4	99.5	0.7	99.2	2.1	97.6	1.4	97.8	1.3	98.2	1.0	98.8	1.6	98.4	1.6	98.3
Meropenem	0.2	99.6	0.3	99.7	0.4	99.5	0.6	99.4	2.2	97.6	1.1	98.6	1.3	98.7	1.0	98.8	1.5	98.4	1.8	97.9
Amikacin	6.9	92.1	5.8	93.7	5.3	93.9	5.1	94.2	8.3	90.7	4.7	94.8	3.3	96.2	2.6	96.9	2.9	96.9	2.2	97.5
Gentamicin	53.8	45.9	50.4	49.0	47.4	52.5	44.5	54.9	44.4	54.9	47.0	51.9	43.8	55.4	39.6	59.4	39.9	59.4	38.7	60.6
Tobramycin	18.1	47.8	14.8	49.6	16.7	51.8	16.5	53.6	19.3	53.3	17.1	51.5	16.8	53.5	15.7	57.9	15.5	57.5	16.1	59.2
Ciprofloxacin	76.8	22.7	74.8	21.7	76.0	20.2	71.9	24.9	76.7	20.0	76.1	20.7	75.6	20.2	75.2	22.2	75.6	20.6	71.3	23.5
Levofloxacin	71.8	15.6	68.9	10.9	70.1	10.1	65.8	13.4	71.1	8.5	68.1	9.6	66.9	10.0	69.9	9.9	69.1	9.4	65.6	12.6
Tmp-smz	67.9	32.1	63.1	36.9	65.1	34.9	61.0	39.0	56.4	43.6	60.3	39.5	57.2	42.8	59.5	40.5	60.1	39.9	57.5	42.5
Nitrofurantoin	5.1	83.3	7.0	78.3	5.1	79.8	5.7	86.9	3.2	88.8	3.5	89.1	3.3	86.6	2.7	86.7	2.3	91.3	2.3	92.2

R, resistance rate; S, sensitive rate; NA, not available.

(0.2%~2.6%),且碳青霉烯耐药大肠埃希菌分离率重症医学科远高于内科、外科以及门诊和急诊。见表5。

3 讨论

本研究显示,虽然我院2020年至2022年就诊

患者明显减少,但大肠埃希菌分离数量仍与前几年基本持平,大肠埃希菌仍是院内感染的重要病原菌;大肠埃希菌主要分离自住院患者(80.5%),其次为门诊患者(11.7%)和急诊患者(7.8%);大肠埃希菌主要分离自尿液(57.8%)、血液(15.0%)、分泌物

表4 常见标本来源的大肠埃希菌耐药率 (%)
Tab.4 Drug resistance rate of *Escherichia coli* isolated from common samples (%)

Antibacterial drug	Urine (n = 3 958)		Blood (n = 1 030)		Secretion (n = 631)		Body fluid (n = 555)		Bile (n = 280)		Sputum (n = 238)	
	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S
Ampicillin	83.6	14.5	85.7	13.4	76.7	21.9	87.8	11.2	73.0	25.4	90.9	7.9
Piperacillin	57.5	30.9	61.2	27.4	48.9	39.9	67.4	21.8	55.7	33.9	76.1	13.5
Cefoperazone-sulbactam	4.0	87.3	4.7	89.8	2.0	90.6	14.7	74.7	8.4	77.9	10.1	77.2
Piperacillin-tazobactam	2.2	94.9	2.6	94.9	1.3	95.3	4.5	89.9	5.2	92.5	4.7	91.0
Cefazolin	78.7	21.1	80.8	19.0	64.1	35.7	82.8	17.2	78.6	21.4	89.9	10.1
Cefotaxime	57.0	37.4	56.4	40.4	45.3	51.2	67.0	31.5	51.9	38.9	77.1	20.0
Ceftazidime	25.2	73.4	26.4	71.6	17.5	81.3	33.4	64.8	29.9	68.8	35.4	61.1
ceftriaxone	54.4	45.4	60.8	39.1	45.7	53.8	66.9	33.1	52.9	46.4	76.4	23.6
Cefepime	20.7	70.0	20.0	68.3	14.2	79.2	27.3	62.5	24.1	67.1	33.5	56.8
Cefotetan	2.2	96.9	1.9	97.4	2.1	97.3	5.3	93.9	3.8	94.8	4.1	95.5
Aztreonam	37.0	62.4	39.9	59.3	28.6	71.0	48.9	50.5	40.7	58.3	53.5	45.7
Imipenem	0.9	99.0	0.9	98.7	0.6	99.3	2.4	96.8	2.0	97.7	1.9	97.3
Meropenem	0.8	99.1	0.8	98.8	0.4	99.5	2.6	97.1	2.0	97.3	2.7	96.9
Amikacin	4.5	95.0	3.6	95.8	3.4	96.2	4.8	94.5	4.5	95.1	7.8	91.6
Gentamicin	45.0	54.1	47.1	52.5	41.8	57.9	48.1	51.9	32.2	67.1	50.0	48.0
Tobramycin	16.5	53.8	16.7	52.6	12.3	57.2	21.7	50.9	13.4	66.7	24.6	43.1
Ciprofloxacin	79.0	18.3	72.4	23.6	62.0	33.3	74.7	21.5	66.1	29.7	81.8	15.1
Levofloxacin	73.8	8.8	63.2	11.5	55.4	16.3	68.1	10.0	58.3	24.1	75.2	10.5
TMP-SMZ	60.2	39.8	64.9	35.0	59.6	40.4	65.3	34.7	48.5	51.5	72.5	27.5
Nitrofurantoin	5.2	85.3	1.8	89.8	1.9	88.9	3.3	87.5	2.7	86.3	2.9	82.7
Tegacyclin	0.2	98.3	0.0	99.1	0.0	99.2	0.6	97.5	0.0	98.6	0.0	96.8

R, resistance rate; S, sensitive rate.

表5 不同科室来源的大肠埃希菌耐药率 (%)
Tab.5 Antibiotic resistance rate of *Escherichia coli* from different departments (%)

Antibacterial drug	Sur (n = 2 109)		Med (n = 2 301)		ICU (n = 412)		Out & Eme (n = 1 336)	
	R	S	R	S	R	S	R	S
Ampicillin	85.7	12.8	80.5	17.5	88.7	10.3	86.2	12.6
Piperacillin	63.2	25.1	52.5	35.3	64.9	23.1	61.7	26.8
Cefoperazone-sulbactam	6.8	83.0	3.4	89.4	14.2	75.4	3.5	88.3
Piperacillin-tazobactam	3.0	93.2	2.2	95.2	5.4	88.5	1.6	95.6
Cefazolin	85.2	14.8	75.8	24.0	84.3	15.7	77.1	22.5
Cefotaxime	62.0	33.4	53.1	40.8	62.9	33.7	61.5	35.1
Ceftazidime	29.0	69.7	22.8	75.7	34.3	63.2	27.5	70.9
Ceftriaxone	61.3	38.5	50.3	49.6	64.5	34.7	60.3	39.6
Cefepime	24.7	65.3	17.9	73.8	30.3	60.2	20.0	69.0
Cefotetan	3.2	96.0	2.3	96.8	6.1	93.4	2.0	97.4
Aztreonam	43.4	55.7	32.7	66.7	47.4	51.1	39.2	59.7
Imipenem	0.9	98.8	1.0	98.8	3.2	96.8	1.0	99.0
Meropenem	1.0	99.0	1.0	98.8	2.9	96.9	0.7	99.1
Amikacin	6.4	92.8	3.4	96.3	6.8	92.5	4.0	95.3
Gentamicin	45.8	53.0	43.5	56.1	53.1	46.7	45.9	53.5
Tobramycin	19.8	51.9	14.2	56.5	20.7	45.6	17.8	51.9
Ciprofloxacin	77.4	19.4	75.1	22.2	77.9	18.2	79.4	17.1

(续表)

Antibacterial drug	Sur (n = 2 109)		Med (n = 2 301)		ICU (n = 412)		Out & Eme (n = 1 336)	
	R	S	R	S	R	S	R	S
Levofloxacin	71.3	9.9	68.5	11.6	71.6	9.8	73.6	8.2
Tmp-smz	62.2	37.8	59.3	40.7	67.0	33.0	64.5	35.4
Nitrofurantoin	5.3	84.3	4.0	86.7	3.7	82.8	2.9	90.5
Tegacyclin	0.0	98.3	0.2	98.5	1.0	98.0	0.3	97.7

Sur, surgery; Med, internal medicine; ICU, intensive care unit; Out, outpatient; Eme, emergency; R, resistance rate; S, sensitive rate.

(9.2%)、引流液(8.1%)。本研究中大肠埃希菌各标本类型分布与国内研究^[6]基本一致。

本研究显示,大肠埃希菌对氨苄西林耐药率高于80%,对哌拉西林耐药率高于60%,但对β内酰胺复合制剂敏感性高于80%,具有良好活性。头孢唑啉常用于手术的预防用药,2019年至今头孢唑啉耐药率明显降低,可能与2020年至2023年医院手术量减少从而头孢唑啉使用量减少有关。本研究中,大肠埃希菌ESBL阳性占57.2%(54.3%~61.5%),与既往研究^[1,7]结果基本一致。产ESBL大肠埃希菌常呈多重耐药,同时携带质粒介导喹诺酮耐药基因,如*qnrB*和*qnrS*等^[8]。

碳青霉烯类抗菌药物耐药率<2%,10年间以及不同标本来源的大肠埃希菌间无明显差异,仍可作为治疗产ESBL菌株的首选药物。研究^[9]发现,大肠埃希菌最流行的碳青霉烯酶基因是*blaNDM*。替加环素、黏菌素和头孢他啶阿维巴坦作为治疗碳青霉烯耐药大肠埃希菌为数不多的选择,都有不同程度耐药,特别是重症医学科患者。质粒介导黏菌素耐药基因*mcr-1*^[10]以及新发现的质粒编码的RND型外排泵基因簇导致替加环素耐药^[11],这种质粒介导的耐药基因可在革兰氏阴性菌间快速传播。

综上所述,大肠埃希菌对抗菌药物存在不同程度耐药,不同标本来源的大肠埃希菌耐药率也不尽相同。尽管碳青霉烯类抗菌药物仍可作为治疗产ESBL菌株的优先选择,但替加环素、黏菌素和头孢他啶阿维巴坦治疗耐碳青霉烯大肠埃希菌时都有不同程度的耐药,提示应合理使用抗菌药物,以避免最终无药可用。

参考文献:

- [1] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网2014-2019年细菌耐药性监测报告[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(1): 15-31. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20216170.
- [2] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2019年CHINET三级医院细菌耐药监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2020, 20(3): 233-243. DOI: 10.16718/j.1009-7708.2020.03.001.
- [3] HU F, ZHU D, WANG F, et al. Current status and trends of antibacterial resistance in China [J]. Clin Infect Dis, 2018, 67 (Suppl 2): S128-S134. DOI: 10.1093/cid/ciy657.
- [4] 王辉, 俞云松, 王明贵, 等. 替加环素体外药敏试验操作规程专家共识[J]. 中华检验医学杂志, 2013, 36(7): 584-587.
- [5] 欧洲临床微生物和感染病学学会药敏委员会华人抗菌药物敏感性试验委员会中国医药教育协会感染疾病专业委员会, 杨启文, 马筱玲, 等. 多黏菌素药物敏感性检测及临床解读专家共识[J]. 协和医学杂志, 2020, 11(5): 559-570. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9081.2020.05.011.
- [6] 周杰, 张莉, 徐康立, 等. 821株临床分离大肠埃希菌的耐药性分析[J]. 中国医药科学, 2018, 8(3): 51-54. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0616.2018.03.015.
- [7] 李耘, 郑波, 吕媛, 等. 中国细菌耐药监测(CARST)研究2019-2020革兰氏阴性菌监测报告[J]. 中国临床药理学杂志, 2022, 38(5): 432-452. DOI: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2022.05.011.
- [8] SHAHBAZI S, ASADI KARAM MR, HABIBI M, et al. Distribution of extended-spectrum β-lactam, quinolone and carbapenem resistance genes, and genetic diversity among uropathogenic *Escherichia coli* isolates in Tehran, Iran [J]. J Glob Antimicrob Resist, 2018, 14: 118-125. DOI: 10.1016/j.jgar.2018.03.006.
- [9] HAN R, SHI Q, WU S, et al. Dissemination of carbapenemases (KPC, NDM, OXA-48, IMP, and VIM) among carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* isolated from adult and children patients in China [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2020, 10: 314. DOI: 10.3389/fcimb.2020.00314.
- [10] WANG Y, XU C, ZHANG R, et al. Changes in colistin resistance and *mcr-1* abundance in *Escherichia coli* of animal and human origins following the ban of colistin-positive additives in China: an epidemiological comparative study [J]. Lancet Infect Dis, 2020, 20(10): 1161-1171. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30149-3.
- [11] LV L, WAN M, WANG C, et al. Emergence of a plasmid-encoded resistance-nodulation-division efflux pump conferring resistance to multiple drugs, including tigecycline, in *Klebsiella pneumoniae* [J]. mBio, 2020, 11(2): e02930-19. DOI: 10.1128/mBio.02930-19.

(编辑 陈 姜)